Aus der Röntgenabteilung des Robert-Bosch-Krankenhauses
in Stuttgart
Direktor: Professor Dr. E. Fischer

ALTERSENTWICKLUNG DER DORNFORTSÄTZE UND DES LORDOSEWINKELS DER LENDENWIRBELSÄULE

(Röntgenologische Untersuchung)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Wolfgang Gaehr
aus Stuttgart

1974

Aus der Röntgenabteilung des Robert-Bosch-Krankenhauses
in Stuttgart
Direktor: Professor Dr. E. Fischer

ALTERSENTWICKLUNG DER DORNFORTSÄTZE UND DES LORDOSEWINKELS DER LENDENWIRBELSÄULE

(Röntgenologische Untersuchung)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Wolfgang Gaehr
aus Stuttgart

1974

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Prof. Dr. E. Körber

1. Berichterstatter: Prof. Dr. E. Fischer
2. Berichterstatter: Prof. Dr. W. Frommhold

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung 1
II. Literaturübersicht 2
A. Altersbedingte Anbauvorgänge an den Dornfortsätzen 2
B. Degeneration der Interspinalligamente 4
C. Einfluß der Lendenlordose auf Veränderungen der Interspinalligamente 5
III. Untersuchungsgut 6
IV. Methodik 7
V. Ergebnisse 11
A.1 Dornfortsatzhöhen 11
A.2 Abstände zwischen den Grundflächen benachbarter Dornfortsätze 11
A.3 Anteil der Dornfortsatzhöhe am Abstand zweier benachbarter Dornfortsatzgrundflächen. 12
B.1 Länge des Dornfortsatzes und Wirbelbogens 18
B.2 Gesamtwirbellängen 18
B.3 Anteil der Längen L an den Gesamtwirbellängen S 25
C.1 Lordosewinkel 25
C.2 Lordosegesamtwinkel 25
D Formveränderungen der Dornfortsätze 28
E Randsklerosen an den Dornfortsätzen 31
VI. Diskussion 33
VII. Zusammenfassung 39
VIII. Literaturverzeichnis 42

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546514_0105

I.

EINLEITUNG

Die Dornfortsatzregion ist von der Röntgenologie lange Zeit vernachlässigt worden, weil auf den meisten seitlichen LWS-Aufnahmen die Dornfortsätze nur mit Bildaufhellern erkennbar werden und weil man ihr nur wenig klinische Bedeutung beigemessen hat.

Erst durch BAASTRUP (1933) wurde die Aufmerksamkeit auf deformierende Vorgänge an den Dornfortsätzen gelenkt. Durch die erst seit kurzem bekannte Tatsache, daß an vielen Knochen im Erwachsenenalter ein appositioneller Anbau erfolgt, stellt sich die Frage, ob dieser Anbau auch an den Dornfortsätzen stattfindet und ob dadurch der BAASTRUP'schen Erkrankung Vorschub geleistet wird.

Da die BAASTRUP'sche Erkrankung nicht nur durch einen Anbau an den Dornfortsätzen, sondern auch durch eine Verstärkung der Lendenlordose mit verursacht wird, ist es erforderlich, auch der Frage der Entwicklung der Lendenlordose zwischen den einzelnen Wirbeln nachzugehen.

II.

LITERATURÜBERSICHT

A. Altersbedingte Anbauvorgänge an den Dornfortsätzen

BAASTRUP (1933) hat als erster erkannt, daß bei der Pathogenese des Rückenschmerzes auch erworbene Veränderungen der Dornfortsätze eine Bedeutung haben. Er beschreibt die Lendenwirbel als Hebelsysteme mit der Achse hinter der Wirbelkörpermitte. Der Dornfortsatz sei deshalb der kurze Hebelarm dieses Systems. Bei hohen Dornfortsätzen und einer gesteigerten Lordose könnten die Dornfortsätze mit großer Kraft gegeneinander gepreßt werden. Bei der geringen Fläche der Dornfortsätze sei der Druck auf die dazwischenliegenden Weichteile beträchtlich, so daß es zu einem Untergang der Ligamente kommen könnte. Im Röntgenbild stelle sich dies als "auffallend geringer Abstand zwischen den Processus spinosi" dar. Die durch Druck verursachten Dornfortsatzveränderungen beschreibt er als "schiefgestellte Dornfortsätze, facettierte Reibflächen, Osteosklerosis in dem die Berührungsflächen begrenzenden Knochengewebe, unregelmäßige Berührungsflächen, Osteophytenbildungen an den Gelenkrändern, ‚Maus'-bildungen und zuletzt Ankylose". Obwohl die Anatomie der Interspinalarthrose schon seit über 100 Jahren bekannt war (MAYER 1824, zit. v. BAASTRUP), ist es das Verdienst von BAASTRUP, daß das Krankheitsbild in den Blickkreis der Klinik aufgenommen wurde. Als Morbus BAASTRUP ging es später in die Literatur ein.

STEHR (1938) sah häufig Dornfortätze, die in der Sagittalebene höher waren als die Wirbelkörper. Weiter stellte er fest, daß sich die Dornfortsätze durch Abnahme der Diskushöhe nähern.

Nach Ansicht von REINHARD (1951) erfolgt eine Höhenzunahme der Dornfortsätze unter Verschmälerung des Spatium inter-

spinosum. Die Ober- und Unterkanten der Dornfortsätze zeigten dabei meist unregelmäßige Konturen bis zur ausgesprochenen Osteophytenbildung. Gelegentlich sah er zwischen den Berührungsflächen zweier benachbarter Knochen richtiggehende Gelenkhöhlen mit synovialer Auskleidung. Er sprach sich dabei gegen die Behauptung mancher Autoren aus, die diese Befunde als kongenital bezeichnen, weil die mittleren und höheren Altersgruppen häufiger damit befallen seien.

JOSENHANS (1954) untersuchte 805 Patienten mit Kreuzschmerzen, von denen 60 röntgenologisch erfaßbare Dornfortsatzveränderungen aufwiesen. Auf dem frontalen Bild sah er bei 45 % über 3 cm hohe Dornfortsätze, auf seitlichen Aufnahmen in 65 % eine gegenseitige Berührung. Bei 85 % stellte er eine Sklerosierung der Berührungsflächen und bei 46 % Dornfortsatzosteophyten fest.

SCHUMANN und TRAUTMANN (1952) kommen zur Ansicht, daß sklerosierende Auflagerungen an den Dornfortsatzkanten nicht auf jeden Fall durch direkten Druck gegeneinander entstehen müssen, sondern auch durch primäre Verknöcherung der dazwischenliegenden Bandmassen zustande kämen. Wiederholt beobachteten sie an den Dorsalflächen der Dornfortsätze Ausziehungen nach beiden Seiten entsprechend der Ligamenta supraspinalia und auch beginnende Ossifikation in das Ligamentum interspinale hinein.

KÖHLER (1962) hat die maximale Höhe aller fünf Lumbaldornfortsätze auf dem seitlichen Röntgenbild gemessen und ihre Summe durch den Abstand von Oberrand des 1. zum Unterrand des 5. Dornfortsatzes dividiert. Bei niedrigen Dornfortsätzen gab er den Index mit 0.5 und bei hohen mit annähernd 1.0 an.

FELLMANN (1964) zeigte an Patienten mit Rückenschmerzen,

daß die häufigste Lokalisation der Interspinalarthrose bei L 3 - 4 liegt, gegenüberliegende Dornfortsätze sklerosiert sind, keine Geschlechtsabhängigkeit besteht und die Veränderung mit dem Alter signifikant häufiger wird. Der M. BAASTRUP trat bei gewöhnlicher und hyperostotischer Spondylose etwa gleich häufig auf, so daß ein ursächlicher Zusammenhang zwischen hyperostotischer Spondylose und M. BAASTRUP nicht wahrscheinlich war. Dennoch kamen schwere Formen des M. BAASTRUP bei hyperostotischer Spondylose gehäuft vor, was er als Ausdruck allgemeiner Neigung des Organismus zu hyperostotischen Reaktionen deutete.

B. Degeneration der Interspinalligamente

RISSANNEN (1960) untersucht als erster ausführlich die degenerativen Veränderungen der Interspinalligamente an 306 Leichen aller Altersgruppen. Ab dem 20. Lebensjahr beginnt im untersten Ligament das Sehnengewebe zugunsten des Bindegewebes abzunehmen und es entstehen Höhlen in der Mitte des Ligaments. Bei 31 - 40 Jahre alten Personen wurden sie schon in 75 % der Fälle festgestellt. Mikroskopisch werden ab dem 20. Lebensjahr Veränderungen im untersten Ligament sichtbar. Sie nehmen mit dem Alter zu und erreichen dann auch die höher gelegenen Interspinalligamente. Die häufigsten und wichtigsten Veränderungen beschreibt er als Degeneration des Fettgewebes der "verstreuten Fettgewebsinseln", die er besonders bei jungen Personen regelmässig zwischen den Kollagenfasern gefunden hat, Rupturen und Nekrosen sowie Hyalinisierung und Verkalkung der Faserbündel, Zell- und Gefäßproliferation und Umwandlung in Faserknorpel.

KÖHLER (1962) stellt röntgenologisch mit einer Kontrastmittelmethode eine Zunahme der Ligamentveränderungen mit dem Alter fest. Eine Abhängigkeit von der Höhe der Dornfortsätze lehnt er ab, wobei er im Gegensatz zu BAASTRUP steht, der

den geringen Abstand der Dornfortsätze als Zeichen für den Untergang der dazwischen liegenden Weichteile wertet.

C. Einfluß der Lendenlordose auf Veränderungen der Interspinalligamente

Die Häufigkeit der Ligamentveränderungen nimmt mit dem Grad der Lordose zu (KÖHLER, 1962).

Die zunehmende Lendenlordose wird von STEHR (1938) als Kompensationsvorgang zur Alterskyphose der BWS angesehen, was JOSENHANS (1954) insofern bestätigt, als er bei 66 % seiner Patienten diese beiden Prozesse kombiniert fand; der M. SCHEUERMANN und die Hüftgelenksarthrose beschleunigen den Lordosierungsprozeß (STEHR).

III.

UNTERSUCHUNGSGUT

Insgesamt wurden die seitlichen Röntgenbilder von 500 Lendenwirbelsäulen ausgewertet. Die Bilder wurden ausschließlich im Liegen bei 1 m Fokus-Film-Abstand angefertigt. Die Aufnahmen stammen aus dem Patientengut der Röntgenabteilung des Robert-Bosch-Krankenhauses in Stuttgart aus den Jahren 1967 bis 1972.

Wirbelsäulen mit einer stärkeren Skoliose, Fehlbildungen der Wirbelkörper, traumatisch oder entzündlich veränderten Wirbeln wurden nicht ausgewertet.

Das Untersuchungsgut ist gleichmässig aufgegliedert in 5 Altersgruppen (AG) mit je 50 Aufnahmen von jedem Geschlecht. Das Durchschnittsalter der einzelnen AG's stimmt bei beiden Geschlechtern weitgehend überein (Tab. 1).

Tab. 1 Durchschnittsalter der einzelnen Altersgruppen

	Durchschnittsalter	
	männlich	weiblich
1. AG (19 - 29 Jahre)	26.04	24.76
2. AG (30 - 39 Jahre)	34.68	34.36
3. AG (40 - 49 Jahre)	43.52	45.00
4. AG (50 - 59 Jahre)	54.82	54.44
5. AG (üb. 60 Jahre)	68.06	67.54

IV.

METHODIK

Für alle Messungen wurden 2 kombinierte Winkeldreiecke benutzt; damit waren genaue Parallelverschiebungen, Lotfällungen und Winkelmessungen möglich. Die Meßgenauigkeit betrug 0,5 mm bzw. 0.5°. Die Strecken und Winkel wurden in ganzen Millimetern bzw. Graden angegeben.

A. Streckenmessungen

1. Dornfortsatzhöhe (H).
   Die Höhe des Dornfortsatzes wurde an seiner höchsten Stelle gemessen, und zwar so, daß die Meßstrecke senkrecht auf der Verbindungslinie der jeweiligen Halbierungspunkte von Wirbelkörper- und Dornfortsatzhinterrand stand (Abb. 1).

2. Abstand zwischen zwei benachbarten Dornfortsatzgrundflächen (A).
   Die Meßlinie der Dornfortsatzhöhe H wurde nach kranial verlängert und der Abstand der Schnittpunkte mit den Grundflächen bzw. ihren senkrecht auf der Meßlinie stehenden Tangenten gemessen (Abb. 1).

3. Länge des Dornfortsatzes und Wirbelbogens (L).
   Als Meßstrecke diente die Verbindungslinie der Halbierungspunkte von Wirbelkörper- und Dornfortsatzhinterrand (Abb. 1). Die Dornfortsatzlänge konnte nicht isoliert gemessen werden, weil die Grenze von Wirbelbogen und Dornfortsatz auf den seitlichen Röntgenaufnahmen in den meisten Fällen nicht exakt bestimmbar war.

4. Gesamtwirbellänge (S).
   Gemessen wurde der Abstand der Halbierungspunkte der Wirbelkörpervorderhöhe und der Dornfortsatzhinterkante (Abb. 1).

B. Lordosewinkel

1. Lordosewinkel zwischen zwei benachbarten Wirbeln.
Der Lordosewinkel kennzeichnet die Neigung der Grundflächen zweier benachbarter Wirbel zueinander. Zur Messung wurde die vordere und hintere Ecke der Wirbelkörpergrundflächenkontur durch eine gedachte Linie verbunden und diese mit der entsprechenden Geraden des darüberliegenden Wirbelkörpers zum Schnitt gebracht. Die beiden Geraden schlossen einen spitzen Winkel ein, der als Lordosewinkel definiert wurde (Abb. 2).

2. Lordosegesamtwinkel
Die Summe der 4 Lordosewinkel einer jeden Lendenwirbelsäule ergab den Lordosegesamtwinkel, der der Addition der Einzelwerte entspricht.

C. Formveränderungen und Randsklerosen

1. Formveränderungen
Den Dornfortsätzen wurde willkürlich eine rechteckige Form zugrunde gelegt. An Hand dieser Grundform wurde eine Abweichung des Ober- und Unterrandes von der Parallelität im Sinne eines Anbaus alternativ zwei Gruppen zugeordnet:

a) mittelständiger Anbau
b) endständiger Anbau (Abb. 3).

Anbauformen, die nicht eindeutig einer der beiden Gruppen zugeordnet werden konnten, wurden in einer besonderen Gruppe als "indifferenter" Anbau registriert. Übrig blieb jetzt nur noch die Zahl der Dornfortsätze, deren Ränder sich mit der Rechteckform deckten, also ohne Anbau waren.

2. Randsklerose
Verdichtungen der Dornfortsatzränder von mehr als 1 mm Dicke wurden für den oberen, unteren und hinteren Rand getrennt der Häufigkeit nach bestimmt. Die Länge der jeweiligen Verdichtung blieb dabei unberücksichtigt.

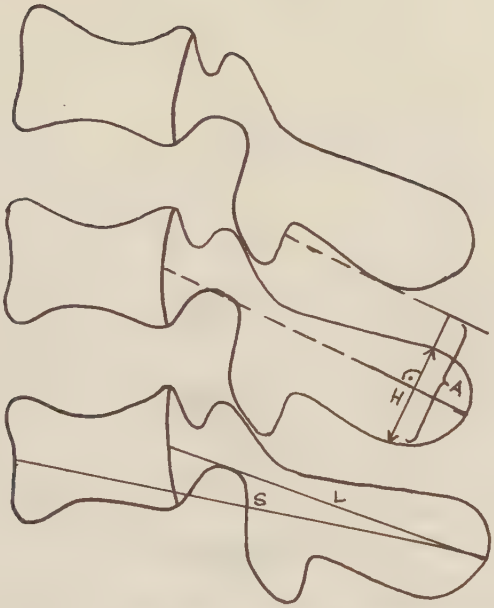

Abb. 1 Meßmethode des Grundflächenabstandes A der Dornfortsatzhöhe H, der Länge des Dornfortsatzes plus Wirbelbogen L und der Gesamtwirbellänge S

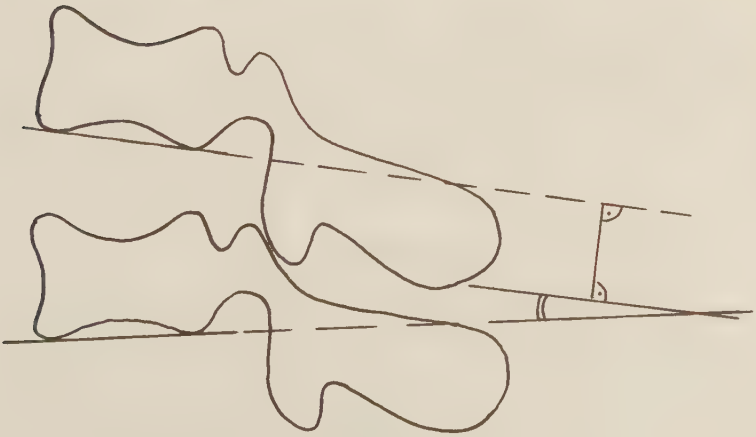

Abb. 2 Meßmethode des Lordosewinkels mit Hilfe von Parallelverschiebung

a) endständiger Anbau

b) mittelständiger Anbau

Abb. 3 Methode der Beurteilung von Formveränderungen an den Ober- und Unterrändern der Dornfortsätze

V.

ERGEBNISSE

A.1 Dornfortsatzhöhen (H)
Abb. 4, Tab. 2 und 2 a

Alle Dornfortsätze der 5. AG sind höher als die der 1. AG; der Unterschied erweist sich bei Männern an L 2, bei Frauen an L 2, L 3 und L 4 als signifikant. An L 3 der Männer und L 5 der Frauen ist der Unterschied bereits schon zwischen AG 1 und AG 4 signifikant.

Von der 1. AG an sind die Dornfortsätze der Männer durchweg höher als die der Frauen; der Geschlechtsunterschied zeigt an den meisten Dornfortsätzen Signifikanz.

Bei Männern und Frauen ist der Dornfortsatz des 3. Lendenwirbels am höchsten, der des 5. am niedrigsten.

A.2 Abstände zwischen den Grundflächen benachbarter Dornfortsätze (A)
Abb. 5, Tab. 2 und 2 a

Die Abstände benachbarter Dornfortsatzgrundflächen werden im Alter kleiner; eine Signifikanz der Altersunterschiede ergibt sich zwischen der 1. und 5. AG bei beiden Geschlechtern an jeweils 3 von 4 Dornfortsatzabständen; bei Frauen ist zwischen der 2. und 5. AG ein signifikanter Unterschied an allen Abständen nachweisbar.

Beim männlichen Kollektiv verringern sich die Dornfortsatzabstände abrupt zwischen der 4. und 5. AG an den 3 unteren Dornfortsätzen, während bei Frauen eine deutliche Abstandsverminderung bereits schon von der 2. AG ab feststellbar ist; zwischen AG 2 und AG 4 wird der Altersunterschied für die Abstände der beiden unteren Dornfortsatzpaare des weiblichen Kollektivs signifikant.

Die Dornfortsatzabstände des männlichen Geschlechts sind über alle Altersgruppen hinweg größer als die des weiblichen Geschlechts mit Ausnahme von L 4 - 5 der 1. und 2. AG. An der Hälfte der Abstände erweist sich der Geschlechtsunterschied als signifikant.

Geschlechtsunabhängig sind die Abstände von L 1 - 2 am größten und werden zu den tiefer gelegenen Dornfortsatzpaaren hin kleiner.

A.3 Anteil der Dornfortsatzhöhe am Abstand zweier benachbarter Dornfortsatzgrundflächen (H/A)

Abb. 6, Tab. 2 und 2 a

Der Anteil der Dornfortsatzhöhe am zugehörigen Dornfortsatzabstand bewegt sich bei Männern zwischen 71.2 und 88.0 %, bei Frauen zwischen 67.8 und 87.3 %.

Für alle Dornfortsätze der LWS ergibt sich bei Männern und Frauen eine signifikante Zunahme des Streckenverhältnisses H/A zwischen der 1. und 5. AG. Teilweise läßt sich für diesen Wachstumsprozeß auch Signifikanz zwischen den einzelnen Altersgruppen nachweisen.

Bei den ersten beiden Altersgruppen liegen die Streckenverhältnisse H/A bei Männern höher als bei Frauen, weil bei Männern besonders in den jüngeren Altersgruppen die Dornfortsätze primär deutlich höher sind als bei Frauen; die Differenz ist an mehreren Streckenverhältnissen signifikant. Ab der 3. AG lassen sich keine Geschlechtsunterschiede mehr feststellen.

Der Gesamtzuwachs ist bei Frauen im Alter stärker als bei Männern. Der stärkste Zuwachs wird jeweils am untersten Dornfortsatzpaar erreicht. Dieser beträgt bei Frauen 15.1 %, bei Männern 12.5 %.

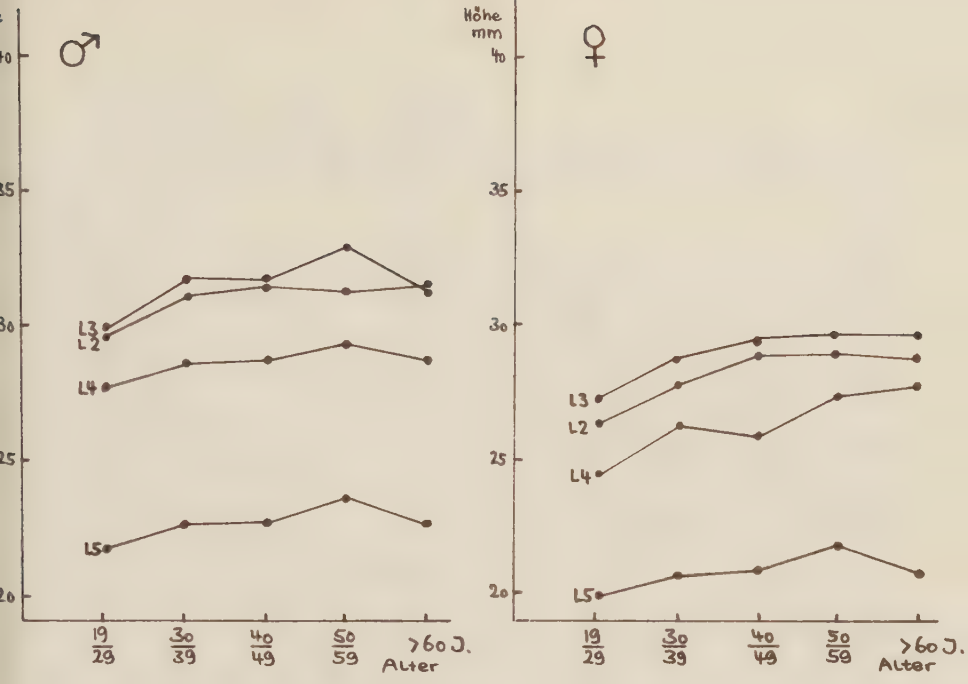

Abb. 4 Altersentwicklung der Dornfortsatzhöhen H

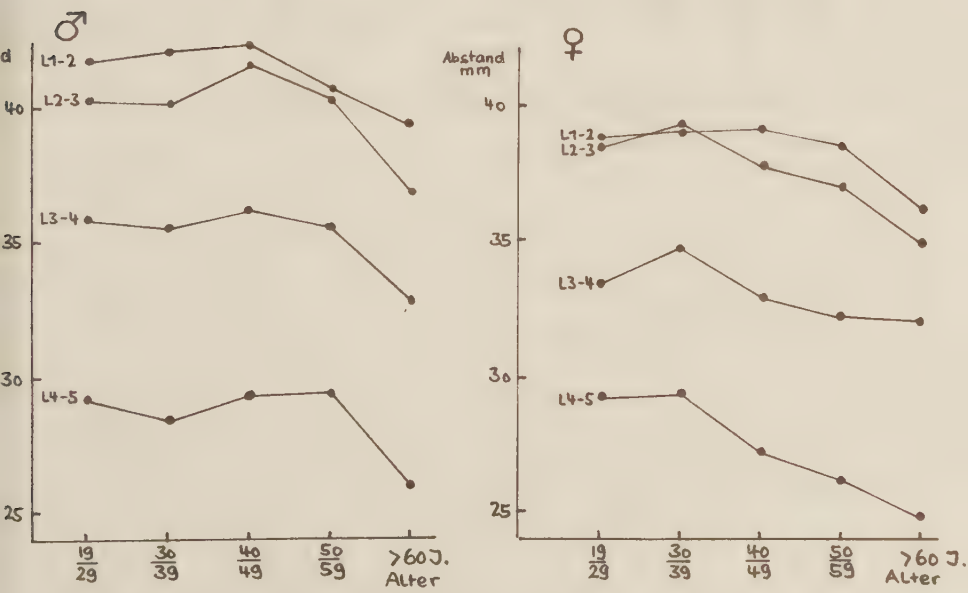

Abb. 5 Altersentwicklung der Abstände zwischen zwei benachbarten Dornfortsatzgrundflächen (A)

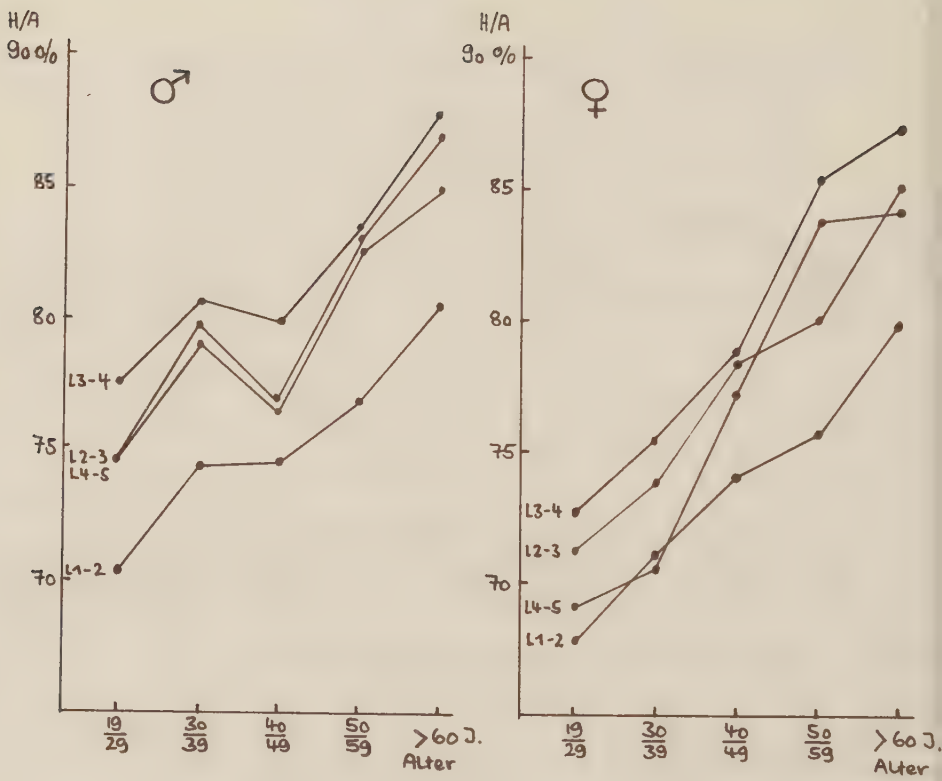

Abb. 6 Altersentwicklung des Streckenverhältnisses H/A

b. 2 Dornfortsatzhöhe H (mm)
Abstand der Dornfortsatzgrunflächen A (mm)
Anteil der Höhe am Abstand der Grundflächen des Dornfortsatzes
H/A (%)

	19 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	>60
	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$
L2 H	29.48± 3.13	31.12± 3.69	31.38± 3.56	31.17± 3.25	31.34± 2.92
-L2 A	41.73± 4.80	42.02± 4.99	42.25± 4.36	40.79± 4.46	39.25± 5.44
-L2 H/A	71.22± 8.78	74.42± 7.75	74.54± 7.36	76.83± 7.87	80.57± 8.19
L3 H	29.88± 4.36	31.73± 3.61	31.66± 4.15	32.97± 4.36	31.18± 3.53
-L3 A	40.21± 5.37	40.13± 3.97	41.49± 5.08	40.22± 5.81	36.77± 4.42
-L3 H/A	74.59± 8.04	79.16± 4.98	76.57± 7.28	82.47± 6.92	85.07± 6.63
L4 H	27.44± 3.82	28.59± 3.84	28.79± 4.17	29.17± 4.55	28.78± 3.02
-L4 A	35.93± 4.94	35.56± 4.82	36.12± 4.93	35.58± 4.47	32.82± 3.78
-L4 H/A	77.55± 8.36	80.62± 6.42	79.85± 6.56	83.40± 7.19	87.98± 6.17
L5 H	21.70± 4.54	22.61± 4.65	22.68± 5.23	24.07± 5.42	22.62± 4.61
-L5 A	29.19± 4.63	28.51± 5.93	29.35± 4.61	29.42± 3.09	26.00± 4.90
-L5 H/A	74.55±11.61	79.78± 8.97	76.85±11.18	83.01± 8.92	87.03± 7.09

L2 H	28.[illegible]± 3.57	27.[illegible]7± 3.24	28.85± 3.06	29.01± 3.60	28.77± 3.15
-L2 A	38.[illegible]± 4.46	39.14± 4.19	39.12± 3.96	38.49± 4.[illegible]	36.19± 4.33
-L2 H/A	67.81± 8.81	71.17± 9.38	74.15± 8.34	75.65± 8.61	79.97± 8.13
L3 H	27.20± 4.93	28.80± 3.33	29.46± 2.39	29.73± 4.15	29.56± 3.05
-L3 A	35.62± 5.54	39.23± 4.83	37.83± 4.29	37.07± 4.76	34.94± 4.27
-L3 H/A	71.10± 7.92	73.85± 7.56	78.30± 7.70	79.98± 8.37	85.16± 8.06
L4 H	24.26± 3.67	26.13± 3.38	25.89± 3.47	27.33± 3.68	27.79± 3.52
-L4 A	33.58± 4.37	34.84± 5.07	32.96± 4.88	32.13± 4.64	32.00± 4.84
-L4 H/A	72.65± 8.25	75.55± 7.27	79.00± 7.42	85.45± 7.65	87.35± 6.95
L5 H	19.92± 3.33	20.65± 3.75	20.91± 3.61	21.78± 3.31	20.75± 4.76
-L5 A	29.04± 4.87	29.37± 4.96	27.12± 4.12	26.16± 4.56	24.87± 6.02
-L5 H/A	69.03± 8.78	70.69± 9.05	77.50± 9.71	83.90± 8.36	84.12±10.14

Tab. 2 a Vergleich der Mittelwerte aus Tab. 2 auf Signifikanz der Unterschiede

1. Höhen (H)

Vergl.		Wirbel	t	p	Sign.
AG 1↔5	♂	L2	3.072	<0.01	+
		L3	1.638	>0.05	-
		L4	1.509	>0.05	-
		L5	1.005	>0.05	-
	♀	L2	3.927	<0.001	+
		L3	3.912	<0.001	+
		L4	4.907	<0.001	+
		L5	1.010	>0.05	-
AG 1↔4	♂	L3	3.544	<0.001	+
		L4	2.083	<0.05	-
		L5	2.373	<0.05	-
	♀	L5	2.800	<0.01	+
♂↔♀	AG 1	L2	5.007	<0.001	+
		L3	3.612	<0.001	+
		L4	3.845	<0.001	+
		L5	2.236	<0.05	-
	AG 2	L2	4.957	<0.001	+
		L3	4.216	<0.001	+
		L4	3.361	<0.01	+
		L5	2.317	<0.05	-
	AG 3	L2	3.810	<0.001	+
		L3	3.073	<0.01	+
		L4	3.781	<0.001	+
		L5	1.969	>0.05	-
	AG 4	L2	3.149	<0.01	+
		L3	3.807	<0.001	+
		L4	2.222	<0.05	-
		L5	2.553	<0.05	-
	AG 5	L2	4.227	<0.001	+
		L3	2.455	<0.05	-
		L4	1.509	>0.05	-
		L5	1.998	<0.05	-

2. Abstände (A)

Vergl.		Wirbel	t	p	Sign.
AG 1↔5	♂	L1-2	2.417	0.05	-
		L2-3	3.495	0.001	+
		L3-4	3.533	0.001	+
		L4-5	3.344	0.01	+

2. Abstände (A) Forts.

Vergl.		Wirbel	t	p	Sign.
AG 1↔5	♀	L1-2	2.899	<0.01	+
		L2-3	3.718	<0.001	+
		L3-4	1.469	>0.05	-
		L4-5	3.808	<0.001	+
AG 4↔5	♂	L1-2	1.548	>0.05	-
		L2-3	3.339	<0.01	+
		L3-4	3.336	<0.01	+
		L4-5	4.172	<0.001	+
AG 2↔5	♀	L1-2	3.463	<0.001	+
		L2-3	4.705	<0.001	+
		L3-4	2.834	<0.01	+
		L4-5	4.078	<0.001	+
AG 2↔3	♀	L1-2	0.024	>0.05	-
		L2-3	1.530	>0.05	-
		L3-4	1.885	>0.05	-
		L4-5	2.466	<0.05	-
AG 2↔4	♀	L1-2	0.719	>0.05	-
		L2-3	2.252	<0.05	-
		L3-4	2.781	<0.01	+
		L4-5	3.357	<0.01	+
♂↔♀	AG 1	L1-2	3.225	<0.01	+
		L2-3	1.455	>0.05	-
		L3-4	2.744	<0.01	+
		L4-5	0.157	>0.05	-
	AG 2	L1-2	3.126	<0.01	+
		L2-3	1.016	>0.05	-
		L3-4	0.726	>0.05	-
		L4-5	0.785	>0.05	-
	AG 3	L1-2	3.758	<0.001	+
		L2-3	4.315	<0.001	+
		L3-4	3.220	<0.01	+
		L4-5	2.551	<0.05	-
	AG 4	L1-2	2.476	<0.05	-
		L2-3	2.964	<0.01	+
		L3-4	3.787	<0.001	+
		L4-5	4.164	<0.001	+
	AG 5	L1-2	3.113	<0.01	+
		L2-3	2.105	<0.05	-
		L3-4	0.943	>0.05	-
		L4-5	1.029	>0.05	-

Tab. 2 a (Forts.) Vergleich der Mittelwerte aus Tab. 2 auf Signifikanz der Unterschiede

3. Anteil H/A

Vergl.		Wirbel	t	p	Sign.
AG 1↔5	♂	L1-2	5.480	<0.001	+
		L2-3	7.115	<0.001	+
		L3-4	6.880	<0.001	+
		L4-5	6.486	<0.001	+
	♀	L1-2	7.099	<0.001	+
		L2-3	8.798	<0.001	+
		L3-4	9.633	<0.001	+
		L4-5	7.955	<0.001	+
AG 1↔2	♂	L1-2	1.937	>0.05	-
		L2-3	3.455	<0.001	+
		L3-4	2.051	<0.05	-
		L4-5	2.520	<0.05	-
	♀	L1-2	1.846	>0.05	-
		L2-3	1.775	>0.05	-
		L3-4	1.865	>0.05	-
		L4-5	0.931	>0.05	-
AG 2↔3	♂	L1-2	0.053	>0.05	-
		L2-3	2.077	<0.05	-
		L3-4	0.590	>0.05	-
		L4-5	1.445	>0.05	-
	♀	L1-2	1.679	>0.05	-
		L2-3	2.916	<0.01	+
		L3-4	2.349	<0.05	-
		L4-5	3.628	<0.001	+
AG 3↔4	♂	L1-2	1.492	>0.05	-
		L2-3	4.896	<0.001	+
		L3-4	2.591	<0.05	-
		L4-5	3.443	<0.001	+
	♀	L1-2	0.833	>0.05	-
		L2-3	1.053	>0.05	-
		L3-4	4.320	<0.001	+
		L4-5	3.647	<0.001	+

Vergl.		Wirbel	t	p	Sign.
AG 4↔5	♂	L1-2	2.296	<0.05	-
		L2-3	1.919	>0.05	-
		L3-4	3.295	<0.01	+
		L4-5	2.495	<0.05	-
	♀	L1-2	2.552	<0.05	-
		L2-3	3.153	<0.01	+
		L3-4	1.300	>0.05	-
		L4-5	0.118	>0.05	-
♂↔♀ AG 1		L1-2	1.932	>0.05	-
		L2-3	2.186	<0.05	-
		L3-4	2.948	<0.01	+
		L4-5	2.680	<0.01	+
AG 2		L1-2	1.783	>0.05	-
		L2-3	4.145	<0.001	+
		L3-4	3.676	<0.001	+
		L4-5	5.042	<0.001	+

3.1 Länge des Dornfortsatzes und Wirbelbogens (L)

Abb. 7, Tab. 3 und 3 a

Bei Männern schwankt die Länge des Dornfortsatzes und Wirbelbogens (L) zwischen 58 und 70 mm, bei Frauen zwischen 54 und 67 mm.

Bei beiden Geschlechtern läßt sich mit Ausnahme des 5. Wirbels beim Mann ein signifikantes Längenwachstum zwischen der 1. und 5. Altersgruppe feststellen.

Die Länge L ist beim männlichen Geschlecht an allen Wirbeln größer als beim weiblichen; die Geschlechtsdifferenz zeigt an mehr als der Hälfte der Wirbel Signifikanz.

Die Zuwachsbeträge (Differenz AG 1 - 5) der Länge L ist bei Frauen an allen Dornfortsätzen größer als bei Männern. Der stärkste Zuwachs tritt bei beiden Geschlechtern jeweils an L 4 auf.

Bei Männern und Frauen weist der 3. Lendenwirbel jeweils die größte, der 5. Lendenwirbel jeweils die kleinste Länge L auf.

3.2 Gesamtwirbellänge (S)

Abb. 8, Tab. 3 und 3 a

Bei Männern und Frauen wird die Gesamtwirbellänge S im Alter größer; der Altersunterschied ist an fast allen Wirbeln signifikant.

Der weitgehend ähnliche Verlauf der Kurven der Gesamtlänge S und der Länge L kommt dadurch zustande, daß "L" in "S" enthalten ist.

Die Lendenwirbel sind bei Männern über alle Altersgruppen hinweg signifikant länger als bei Frauen.

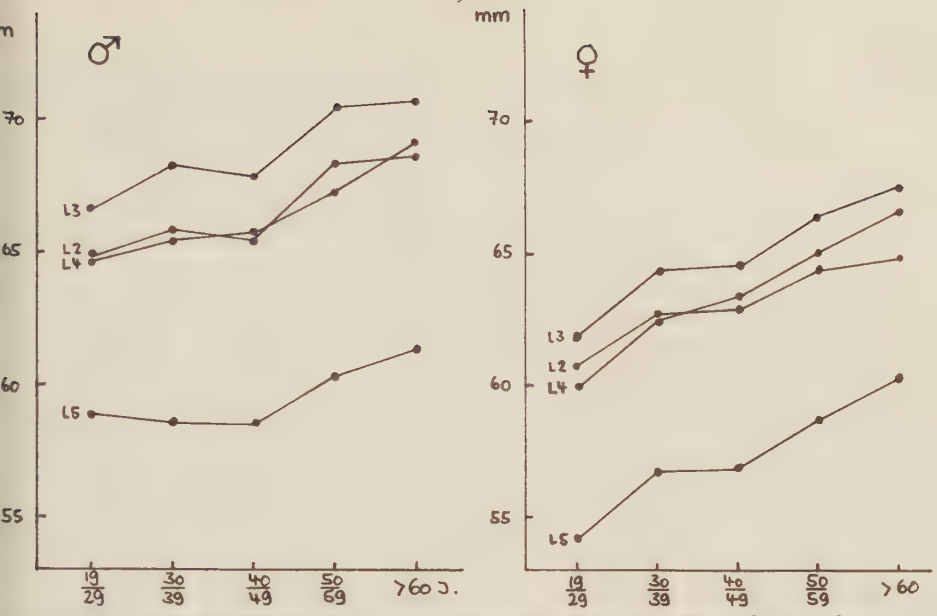

Abb. 7 Altersentwicklung der Länge des Dornfortsatzes und Wirbelbogens (L)

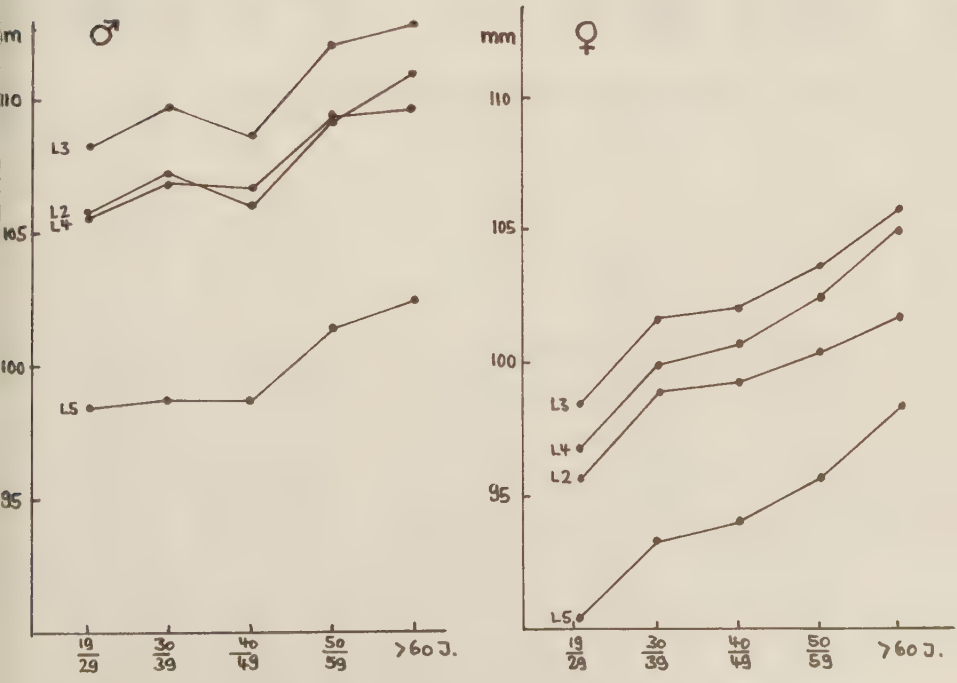

Abb. 8 Altersentwicklung der Gesamtwirbellänge S

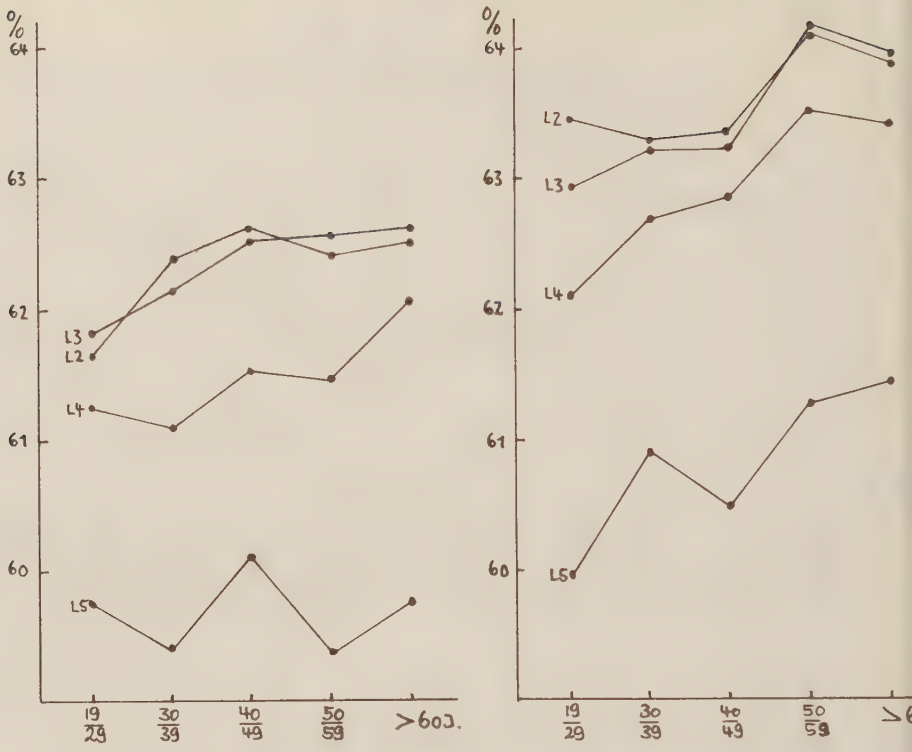

Abb. 9 Altersentwicklung des Streckenverhältnisses L/S

Tab. 3 Länge des Dornfortsatzes und Wirbelbogens L in mm
Gesamtwirbelstrecke S in mm
Anteil der Länge L an der Gesamtwirbellänge S = L/S in %

	19 - 29		30 - 39		40 - 49		50 - 59		60	
	$\bar{x}$	± s	$\bar{x}$	± s	$\bar{x}$	± s	$\bar{x}$	± s	$\bar{x}$	± s
2 L	64.92	5.76	66.94	5.68	66.39	5.29	68.27	5.41	68.66	4.99
S	105.70	8.83	107.25	7.05	106.01	4.57	109.34	6.47	109.79	6.33
L/S	61.64	2.63	62.38	2.82	62.65	2.07	62.42	2.84	62.54	3.11
3 L	66.86	5.63	68.25	5.19	67.95	6.41	70.37	4.32	70.74	5.29
S	108.18	8.38	109.73	6.60	108.68	7.54	112.06	6.27	112.88	6.45
L/S	61.80	2.30	62.13	2.48	62.52	1.82	62.58	3.22	62.63	2.44
4 L	64.74	5.57	65.36	5.58	65.63	6.28	67.14	5.35	69.06	5.25
S	105.67	7.79	106.97	6.16	106.51	8.20	109.25	6.94	110.99	4.54
L/S	61.24	2.28	61.09	3.34	61.54	2.38	61.43	2.79	62.08	2.51
5 L	58.90	7.49	58.69	5.56	58.55	7.49	60.27	4.67	61.31	6.45
S	98.33	8.31	98.78	7.36	98.72	6.25	101.37	6.80	102.37	7.18
L/S	59.74	3.15	59.39	3.01	60.12	5.18	59.38	2.83	59.77	3.26
2 L	60.64	4.19	62.63	4.82	62.85	4.15	64.35	4.36	64.93	5.19
S	95.66	6.30	98.91	7.04	99.19	5.69	100.27	5.80	101.66	6.04
L/S	63.42	2.53	63.30	2.72	63.39	2.73	64.12	2.42	63.84	2.91
3 L	61.90	3.91	64.28	4.73	64.47	4.54	66.44	4.92	67.59	5.18
S	98.39	6.00	101.67	6.23	101.96	5.80	103.56	6.18	105.69	6.61
L/S	62.94	2.02	63.21	3.06	63.21	2.29	64.13	2.43	63.94	2.09
4 L	59.95	4.64	62.63	4.94	63.22	4.55	65.01	4.02	66.56	5.17
S	96.67	6.12	99.88	6.50	100.66	4.84	102.25	4.98	104.94	7.04
L/S	62.07	2.06	62.68	2.60	62.82	2.43	63.52	2.11	63.40	2.29
5 L	54.16	5.35	56.76	5.92	56.78	4.95	58.68	5.39	60.35	5.56
S	90.27	6.77	93.06	7.40	93.91	6.38	95.60	7.62	98.15	6.64
L/S	59.95	2.91	60.91	2.91	60.45	3.54	61.27	2.38	61.42	3.01

Tab. 3 (Forts.)

Zuwachsbeträge (Differenz AG 1 - AG 5) der Längen L (Δ L)
Zuwachsbetrage (Differenz AG 1 - AG 5) der Längen S (Δ L)
Differenz des L- und S-Zuwachses (Δ S - Δ L)

		L 2	L 3	L 4	L 5
♂	ΔL	3.74	3.88	4.32	2.39
	ΔS	4.09	4.70	5.32	4.04
ΔS - ΔL		0.35	0.82	1.00	1.65
♀	ΔL	4.29	5.69	6.61	6.19
	ΔS	6.00	7.30	8.27	7.88
ΔS - ΔL		1.71	1.61	1.66	1.69

. 3 a Vergleich der Mittelwer aus Tab. 3 auf Signifikanz der Unterschiede

1. Längen L

gl.		Wirbel	t	p	Sign.
1↔5	♂	L2	3.469	<0.001	+
		L3	3.551	<0.001	+
		L4	4.022	<0.001	+
		L5	1.717	>0.05	-
	♀	L2	4.543	<0.001	+
		L3	6.205	<0.001	+
		L4	6.728	<0.001	+
		L5	5.671	<0.001	+
♀	AG 1	L2	4.246	<0.001	+
		L3	5.117	<0.001	+
		L4	4.672	<0.001	+
		L5	3.642	<0.001	+
	AG 2	L2	4.053	<0.001	+
		L3	3.774	<0.001	+
		L4	2.587	<0.05	-
		L5	1.680	>0.05	-
	AG 3	L2	3.722	<0.001	+
		L3	3.131	<0.01	+
		L4	2.195	<0.05	-
		L5	1.393	>0.05	-
	AG 4	L2	3.990	<0.001	+
		L3	4.244	<0.001	+
		L4	2.250	<0.05	-
		L5	1.576	>0.05	-
	AG 5	L2	3.662	<0.001	+
		L3	3.008	<0.01	+
		L4	2.401	<0.05	-
		L5	0.796	>0.05	-

2. Längen S

rg.		Wirbel	t	p	Sign.
1↔5	♂	L2	2.875	<0.01	+
		L3	3.141	<0.01	+
		L4	4.173	<0.001	+
		L5	2.600	<0.05	-
	♀	L2	4.860	<0.001	+
		L3	5.783	<0.001	+
		L4	6.267	<0.001	+
		L5	5.872	<0.001	+

2. Längen S (Forts.)

Vergl.		Wirbel	t	p	Sign.
♂↔♀	AG 1	L2	6.326	<0.001	+
		L3	6.716	<0.001	+
		L4	6.423	<0.001	+
		L5	5.216	<0.001	+
	AG 2	L2	5.919	<0.001	+
		L3	6.282	<0.001	+
		L4	5.306	<0.001	+
		L5	3.875	<0.001	+
	AG 3	L2	6.602	<0.001	+
		L3	4.995	<0.001	+
		L4	4.343	<0.001	+
		L5	2.279	<0.001	+
	AG 4	L2	7.015	<0.001	+
		L3	6.823	<0.001	+
		L4	5.794	<0.001	+
		L5	3.995	<0.001	+
	AG 5	L2	6.569	<0.001	+
		L3	5.504	<0.001	+
		L4	5.107	<0.001	+
		L5	3.049	<0.01	+

3. Anteil L/S

Vergl.		Wirbel	t	p	Sign.
♂↔♀	AG 1	L2	3.477	<0.001	+
		L3	2.610	<0.05	-
		L4	1.908	>0.05	-
		L5	0.352	<0.05	-
	AG 2	L2	1.660	>0.05	-
		L3	1.949	>0.05	-
		L4	2.654	<0.01	+
		L5	2.597	<0.05	-
	AG 3	L2	1.509	>0.05	-
		L3	1.659	>0.05	-
		L4	2.662	<0.01	+
		L5	0.371	>0.05	-
	AG 4	L2	3.228	<0.001	+
		L3	2.730	<0.01	+
		L4	4.210	<0.001	+
		L5	3.610	<0.001	+

Tab. 3 a (Forts.) Vergleich der Mittelwerte aus Tab.3 auf Signifikanz der Unterschiede

3. Anteil L/S (Forts.)

Vergl.		Wirbel	t	p	Sign.
♂↔♀	AG 5	L2	2.154	<0.05	-
		L3	2.886	<0.01	+
		L4	2.745	<0.01	+
		L5	2.631	<0.01	+

Der Alterszuwachs von "S" ist bei Frauen deutlich größer als bei Männern.

Die Gesamtwirbellänge von L 3 ist bei beiden Geschlechtern am längsten, die des 5. Lendenwirbels am kürzesten.

B.3 Anteil der Längen L an den Gesamtwirbellängen S (L/S)

Abb. 9, Tab. 3 und 3 a

Der Anteil von "L" an "S" (L/S) bleibt über alle Altersgruppen hinweg weitgehend konstant. Die größte Schwankungsbreite verzeichnet der 5. und 4. Lendenwirbel des weiblichen Kollektivs mit 1.47 bzw. 1.45 %; an den übrigen Lendenwirbeln erreicht sie zwischen 0.8 und 1.2 %.

Der Anteil L/S liegt bei Frauen durchweg höher als bei Männern; bei der 4. und 5. AG, aber auch vereinzelt bei AG 1 - 3, ist die Geschlechtsdifferenz signifikant.

C.1 Lordosewinkel

Abb. 10, Tab 4 und 4 a

Alle Lordosewinkel der 5. AG sind größer als die der 1. AG; der Alterszuwachs wird an mehreren Winkeln signifikant.

Die Verlaufskurven des weiblichen Kollektivs zeigen einen kontinuierlicheren Anstieg als die des männlichen.

Eine geschlechtsabhängige Differenz der Lordosewinkel besteht nicht.

Die Lordosewinkel werden bei beiden Geschlechtern von kranial nach kaudal größer. Entsprechend dem normalen Scheitelpunkt der Lendenlordose erfolgt von L 3 - 4 nach L 4 - 5 eine sprunghafte Größenzunahme des Lordosewinkels.

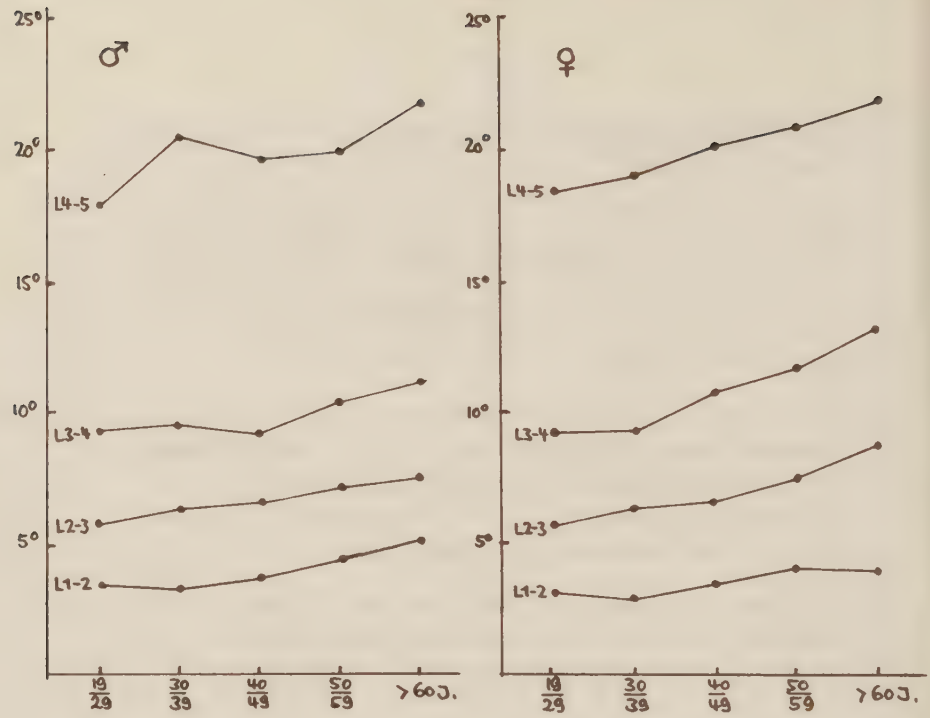

Abb. 10 Altersentwicklung des Lordosegrades zwischen zwei benachbarten Wirbeln

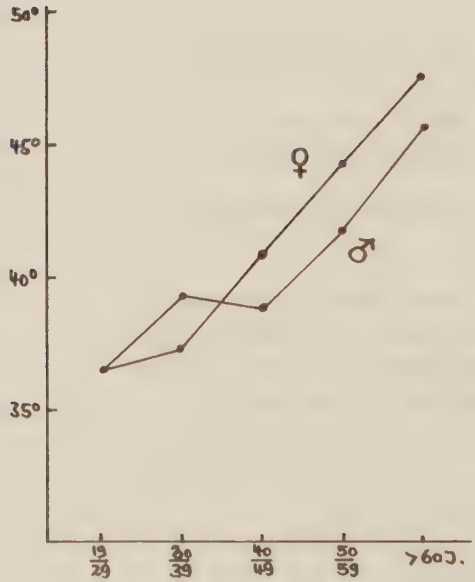

Abb. 11 Altersentwicklung des Lordosewinkels zwischen L 1 und L 5

. 4 Lordosewinkel

	19 - 29		30 - 39		40 - 49		50 - 59		≥60	
	x̄	± s	x̄	± s	x̄	± s	x̄	± s	x̄	± s
2	3.28	2.66	3.20	2.86	3.66	2.54	4.40	3.06	5.04	4.37
3	5.38	3.32	6.26	3.08	6.42	3.74	7.12	4.12	7.64	4.74
4	9.22	3.78	9.66	3.84	9.22	3.98	10.40	4.47	11.16	4.92
5	17.92	5.45	20.56	5.23	19.64	5.76	19.92	4.42	21.80	6.66
L5	36.44	10.64	39.44	10.26	38.92	11.46	41.32	11.01	47.20	14.31

-2	3.06	2.03	2.86	2.79	3.40	3.15	4.04	3.46	4.92	4.65
-3	5.72	3.16	6.34	3.15	6.56	3.24	7.52	4.38	8.40	4.11
-4	9.20	3.32	9.22	4.67	10.96	4.54	11.76	5.17	13.08	5.84
-5	18.40	4.32	19.00	4.65	20.08	4.84	20.84	5.69	21.28	5.78
-L5	36.44	9.74	37.42	9.40	40.08	12.46	44.28	14.05	47.20	11.24

. 4 a Vergleich der Mittelwerte aus Tab. 4 auf Signifikanz der Unterschiede

rgl.		Wirbel	t	p	Sign.
1↔5	♂	L1-2	3.106	<0.01	+
		L2-3	2.470	>0.05	-
		L3-4	2.352	<0.05	-
		L4-5	3.233	<0.01	+
		L1-L5	3.910	<0.001	+
	♀	L1-2	1.368	>0.05	-
		L2-3	4.199	<0.001	+
		L3-4	4.106	<0.001	+
		L4-5	3.199	<0.01	+
		L1-L5	5.353	<0.001	+

Vergl.		Wirbel	t	p	Sign.
		L3-4↔L4-5			
	♂	AG 1	9.281	<0.001	+
		AG 2	11.780	<0.001	+
		AG 3	10.515	<0.001	+
		AG 4	9.575	<0.001	+
		AG 5	9.366	<0.001	+
	♀	AG 1	10.655	<0.001	+
		AG 2	10.527	<0.001	+
		AG 3	9.698	<0.001	+
		AG 4	8.370	<0.001	+
		AG 5	7.847	<0.001	+

C.2 Lordosegesamtwinkel

Abb. 11, Tab. 4 und 4 a

Der Lordosegesamtwinkel nimmt von der 1. zur 5. AG bei Männern um 9.26 °, bei Frauen um 11.26 ° zu; dieser Alterszuwachs ist bei beiden Geschlechtern signifikant.

Im Alter ist der Lordosegesamtwinkel bei Frauen um 2 ° größer als bei Männern.

D Formveränderungen der Dornfortsätze

Abb. 12, Tab. 5

Bei beiden Geschlechtern nimmt der mittelständige Anbau am Ober- und Unterrand bis zur 4. AG kontinuierlich zu und der endständige Anbau kontinuierlich bis zur 5. AG ab.

Während die Alterszunahme des mittelständigen Anbaus am Oberrand bei beiden Geschlechtern etwa gleich groß ist, so ist sie am Unterrand von Frauen doppelt so stark ausgeprägt wie bei Männern.

Die Zahl der Dornfortsätze ohne Anbau an Ober- oder Unterrand hält sich ohne Geschlechtsunterschied über alle Altersgruppen hinweg konstant.

Insgesamt ist bei beiden Geschlechtern der Unterrand im Alter öfters von Anbauvorgängen betroffen als der Oberrand.

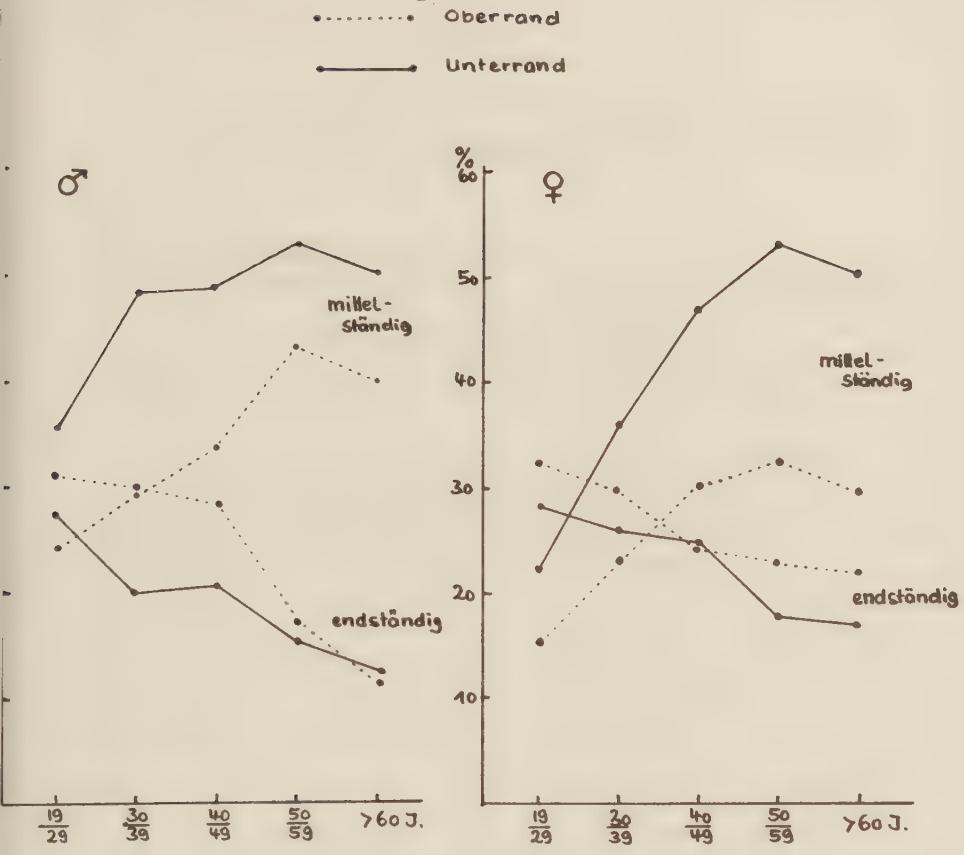

Abb. 12 Formveränderungen der Dornfortsätze am Oberrand und Unterrand in Prozent der Fälle

Tab. 5 Formveränderungen der Dornfortsätze in Prozent der Fälle an Ober- und Unterrand

			AG 1	AG 2	AG 3	AG 4	AG 5
♂	Oberrand	mittelständig	24.0	29.5	33.5	43.5	40.0
		endständig	31.0	30.0	28.5	17.5	11.5
		indifferent	10.0	11.5	9.5	12.5	16.5
		ohne Anbau	35.0	29.0	28.5	26.5	32.0
	Unterrand	mittelständig	36.0	48.5	49.0	53.0	50.5
		endständig	27.5	20.5	21.0	15.5	12.5
		indifferent	23.5	18.5	18.5	17.5	21.5
		ohne Anbau	13.0	12.5	11.5	14.0	15.5
♀	Oberrand	mittelständig	15.0	23.0	30.5	32.5	29.5
		endständig	32.0	29.5	24.0	23.0	22.0
		indifferent	15.0	12.0	9.0	8.0	11.5
		ohne Anbau	38.0	35.5	36.5	36.5	37.0
	Unterrand	mittelständig	22.0	36.0	47.0	53.0	50.5
		endständig	28.0	26.0	24.5	18.0	17.0
		indifferent	30.5	26.5	16.5	18.5	19.0
		ohne Anbau	19.5	11.5	12.0	10.5	13.5

Tab. 6 Kraniale, kaudale und dorsale Randsklerosen der Dornfortsätze in Prozent der Fälle

		AG 1	AG 2	AG 3	AG 4	AG 5
♂	kranial	1.5	0.5	1.0	3.5	13.0
	kaudal	4.0	2.0	2.0	5.0	16.0
	dorsal	3.5	5.5	7.0	6.5	13.0
♀	kranial	0.0	0.0	1.5	8.5	8.5
	kaudal	0.5	1.0	3.5	10.5	11.0
	dorsal	2.0	2.0	17.5	20.5	20.0

E Randsklerosen an den Dornfortsätzen

Abb. 13, 14 und 15; Tab. 6

Sklerosen kommen an allen Rändern der Dornfortsätze im Alter häufiger vor.

Bei Männern erfolgt eine deutliche Zunahme der Sklerosehäufigkeit erst ab der 4. AG, während sie bei Frauen bereits früher auftritt.

An den Ober- und Unterrändern ist die Sklerose bei Männern und Frauen etwa gleich häufig, während sie bei Frauen am Dornfortsatzhinterrand von der 3. AG ab viel öfters gefunden wird als bei Männern.

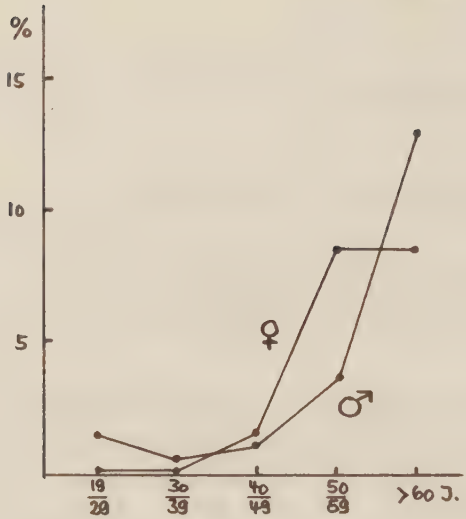

Abb. 13 Kraniale Randsklerose

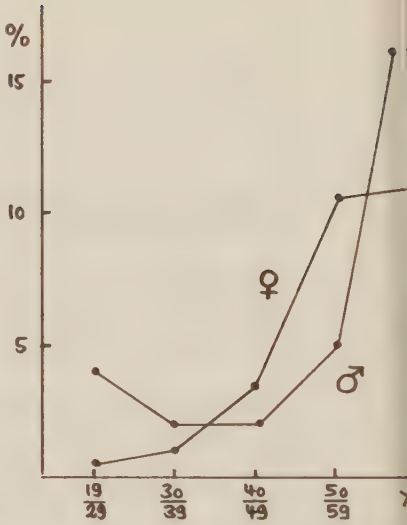

Abb. 14 Kaudale Randsklerose

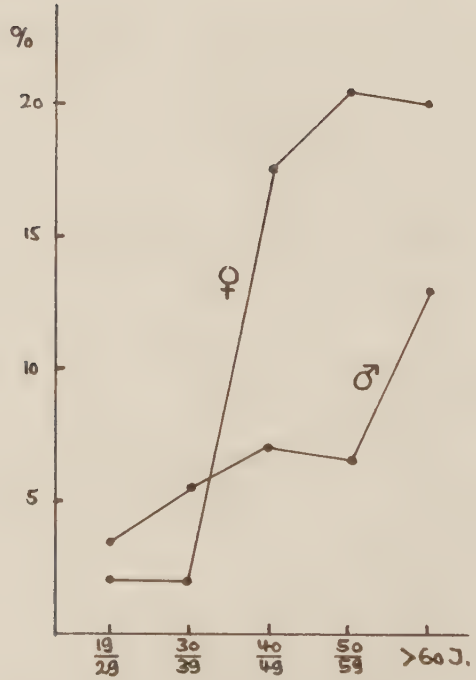

Abb. 15 Dorsale Randsklerose

VI.

DISKUSSION

A. Verschmälerung des Spatium interspinale

Es gibt mehrere Faktoren, die alleine oder gleichzeitig miteinander auftretend zu einer Verschmälerung des Interspinalraumes führen:

1. eine Zunahme der Dornfortsatzhöhe
2. eine Zunahme des Lordosewinkels (BAASTRUP, 1940)
3. eine Bandscheibenverschmälerung (SUTTER), die sekundär zu Spondylarthrose mit Abflachung der Gelenkflächen führt (SCHMORL und JUNGHANNS), was bei BAASTRUP als Spondylosis deformans beschrieben ist.

Ad 1. Die Zunahme der Dornfortsatzhöhe ist eine normale Alterserscheinung sowohl bei Männern als auch bei Frauen. Zwar sind die Dornfortsätze von Männern signifikant höher als die von Frauen, dennoch ist das Verhältnis von Dornfortsatzhöhe zu Dornfortsatzabstand bei beiden Geschlechtern im Alter ungefähr gleich.

Ad 2. REICHMANN und LEWIN (1971) untersuchten die Entwicklung des Lordosewinkels an sezierten Wirbelsäulen von 0 bis 25 Jahre alten Individuen. Sie stellten dabei fest, daß die Eigenform der Wirbelsäule des Fetus oberhalb des Lumbosakralwinkels kyphotisch ist, beim Neugeborenen allenfalls eine gerade Form erreicht, während sie nach Erreichen des 1. Lebensjahres bereits eine mehr oder weniger ausgeprägte Lordose zeigt, die mit dem 3. Lebensjahr voll entwickelt ist. Viele Autoren deuten diese Lordoseentwicklung als eine funktionelle Anpassung des Menschen

an den aufrechten Gang; sie stützen sich dabei auf Tierversuche, bei denen die Tiere nach längerem erzwungenem Aufrechtgehen eine Lendenlordose bekamen. REICHMANN und LEWIN stellten dieser Auffassung zwei Beobachtungen am Menschen gegenüber: die frühe Entwicklung der Lendenlordose und die Nichtbeeinflussung durch Bettlägerigkeit. Als mögliche Ursache für die LWS-Kyphose des Fetus diskutieren sie eine Anpassung an den begrenzten Raum des Uterus durch Beugehaltung der Wirbelsäule. Das Strecken in den Hüftgelenken nach der Geburt könnte für die Lordoseentwicklung verantwortlich gemacht werden.

Eine signifikante Zunahme des Lordosewinkels ist auch im Alter bei beiden Geschlechtern festzustellen. Dabei handelt es sich um einen nahezu kontinuierlich ablaufenden Prozeß. Der altersbedingte Haltungsverfall ist an den tiefer gelegenen Synarthrosen stärker ausgeprägt als an den höher gelegenen.

Außer der allgemeinen Lordosezunahme mit dem Alter gibt es noch eine Reihe von Faktoren, die die Lordoseentwicklung verstärken: Traumen, Spondylitis tuberkulosa, Spondylolisthesis, Skoliose und kongenitale Hüftgelenksluxation; weiterhin Asthenie, Adipositas, senile Atrophie der Wirbelkörper und Bandscheiben sowie M. PAGET und schwere körperliche Arbeit (SCHUMANN und TRAUTMANN).

Ad 3. Mit zunehmendem Alter verlieren die Bandscheiben an Höhe (STEHR), was nach SCHMORL und JUNGHANNS einen physiologischen Alterungsprozeß darstellt.

B. Folgen der Interspinalraumverschmälerung

Je schmäler der Interspinalraum, desto häufiger fand SUTTER Dornfortsatzveränderungen. Seine Beobachtung, daß die Synarthrosen L 4 - 5 und L 3 - 4 am häufigsten von Dornfortsatzveränderungen betroffen sind, hat sich bestätigt.

Synarthrosen von Dornfortsätzen kommen bei älteren Personen weit häufiger vor als bei jüngeren (KÖHLER). Sie sind vor dem 50. Lebensjahr sehr selten. Dagegen haben 24 % der Männer und 22 % der Frauen über 60 Jahre mindestens ein sich berührendes Dornfortsatzpaar und jeweils 8 % dieser Altersgruppe sogar zwei. Mehr als zwei kontaktierende Dornfortsätze an einer LWS werden nicht beobachtet. Die unteren beiden Dornfortsatzpaare sind davon mit Abstand am häufigsten betroffen. An Patienten mit Kreuzschmerz oder Ischialgie bei gleichzeitiger Dornfortsatzveränderung stellte JOSENHANS Dornfortsatzberührungen am seitlichen Röntgenbild sogar in 65 % der Fälle fest.

Von BAASTRUP werden Fälle gewaltigster Dornfortsatzosteoarthrose beschrieben ohne pathologische Veränderungen der Wirbelkörper, was für die Selbständigkeit der Veränderungen im Dornfortsatzbereich spricht. Die klinischen Symptome der nach ihm benannten Erkrankung beschreibt er als akute und chronische Schmerzzustände mit protrahierter Muskelkontraktion.

Die Streckfähigkeit der Wirbelsäule läßt mit dem Alter nach (MOLL und WRIGHT, 1971), wofür neben Spondylarthrose auch die Interspinalraumverschmälerung angeschuldigt werden muß (STEHR).

Nach KÖHLER werden die Ligamenta interspinalia der unteren beiden Synarthrosen am frontalen Röntgenbild mit dem Alter dicker. Diese Dickenzunahme ist wahrscheinlich durch das Zusammenpressen der Bandmassen infolge sich nähernder Dornfortsätze verursacht. Damit wäre auch erklärlich, warum die Ligamente besonders an den unteren LWS-Abschnitten verstärkt dicker werden (KÖHLER), wo auch die Dornfortsätze stärker zusammengedrängt werden. Dass es sich hierbei nicht um ein Dickerwerden der Ligamente mit einer erhöhten Belastbarkeit handelt, zeigt die deutliche Häufung von kompletten und inkompletten Rupturen im unteren LWS-Bereich und in den höheren Altersgruppen (KÖHLER), was RISSANNEN für die bevorzugte Lokalisation bereits zuvor autoptisch nachweisen konnte.

C. Länge der Wirbel

Die Länge des Dornfortsatzes plus Wirbelbogens (L) sowie die Gesamtlänge des Wirbels (S) nehmen bei beiden Geschlechtern im Alter signifikant zu. Das Verhältnis der beiden Meßstrecken zueinander bleibt dabei nahezu konstant. Die weitgehende Ähnlichkeit des Verlaufs der beiden Längen kommt dadurch zustande, daß "L" in "S" enthalten ist.

Die Längenmaße erweisen sich bei den Männern an allen Wirbeln signifikant größer als bei Frauen; bei Frauen dagegen läßt sich ein stärkeres Alterswachstum nachweisen als bei Männern. Die erstere Feststellung wird von FISCHER und VOLCK auch für die Wirbelkörper der unteren BWS bestätigt, dagegen fanden sie auch die Alterszuwachsraten bei Männern größer als bei Frauen.

Ein weiterer Geschlechtsunterschied besteht darin, daß bei Frauen der Anteil von "L" an "S" um 1 - 2 % größer ist als

bei Männern. Das kann darauf zurückgeführt werden, daß die lichte Weite des Neuralrohres nicht in dem Maße mit der Körpergröße korreliert, wie das für Länge und Breite der Wirbelkörper und Wirbelbögen zutrifft. Danach ist die sagittale Länge des Neuralrohres bei den durchschnittlich kleineren Frauen im Vergleich zur Wirbelkörperlänge relativ größer als bei Männern. Für die Breite des Neuralrohres hat FISCHER eine gleichsinnige Geschlechtsdifferenz beschrieben, was diesen Zusammenhang bestätigt.

Ohne Geschlechtsdifferenz zeigt die größten Längenmaße L 3, die kleinsten L 5; dieselben Verhältnisse gelten auch für die Dornfortsatzhöhen.

D. Formveränderungen der Dornfortsätze

Der jugendliche Dornfortsatz hat am freien Ende seine größte sagittale Höhe. Mit zunehmendem Alter findet in der Mitte des Dornfortsatzes ein Anbau statt, hinter dem der endständige Zuwachs zurückbleibt. Für die Gesamtform des Dornfortsatzes bedeutet dies, daß die Stelle der größten Höhe in der Sagittalebene mit dem Alter vom Ende zur Mitte des Dornfortsatzes rückt und damit die ausgebauchten "Faß"-formen überwiegen.

E. Randsklerosen an den Dornfortsätzen

SUTTER betrachtete die Osteosklerose als eine Vorstufe höhergradiger Dornfortsatzveränderungen, und zwar Facettierung, Schliffflächenbildung, Arthrosierung und Ankylosierung.

MEYER konnte die Beziehung zwischen Hyperostosen der Dornfortsatzspitzen und hyperostotischer Spondylose der LWS statistisch sichern. Er hat häufig hyperostotische Reaktionen an der Margo dorsalis gefunden, wo keine anderen Zeichen einer Osteoarthrosis interspinosa festzustellen waren und wo das Spatium interspinale recht groß war. Daß es sich bei der Sklerose an Ober- und Unterrand und der Sklerose an der Margo dorsalis um unabhängige Prozesse handeln könnte, deutet auch das unterschiedliche Verhalten gegenüber der Geschlechtsverteilung an; Ober- und Unterrand sind bei Männern im Alter etwas häufiger sklerosiert, während die Margo dorsalis bei älteren Frauen häufiger sklerosiert ist. Dorsale Anbauvorgänge wurden jedoch nicht in die Untersuchungen einbezogen.

VII.

ZUSAMMENFASSUNG

An je 250 Aufnahmen seitlicher Lendenwirbelsäulen von Männern und Frauen, die gleichmässig über den Alternszeitraum von 20 bis über 60 Jahre verteilt waren, wurden Dornfortsatzhöhe und -länge, die Abstände zwischen zwei benachbarten Dornfortsätzen, die Gesamtwirbellänge und die Winkel, die zwei benachbarte Lendenwirbel bilden, gemessen.

Die Dornfortsätze werden im Alter höher und die Abstände geringer. Bei Frauen sind beide Maße entsprechend ihrer Körpergröße kleiner, so daß die Relationen bei beiden Geschlechtern gleich sind.

Die Länge des Dornfortsatzes plus Wirbelbogens nimmt im Alter ebenso stark zu wie die Gesamtwirbellänge. Hinsichtlich des Geschlechts ergeben sich gleichsinnige Differenzen wie bei der Dornfortsatzhöhe. Bei Frauen ist jedoch der Anteil der Länge des Dornfortsatzes plus Wirbelbogens an der Gesamtlänge des Wirbels um 1 - 2 % größer als bei Männern, weil die lichte Weite des Neuralrohres nicht so eng mit der Körpergröße korreliert wie die Wirbelkörper und Wirbelbögen.

Die Lordosewinkel nehmen im Alter zu und werden von kranial nach kaudal größer; der Winkel von L 4 - 5 hat an der Gesamtlordose den weitaus größten Anteil. Eine Geschlechtsdifferenz der Lordosewinkel besteht nicht.

Beim jugendlichen Dornfortsatz imponieren die Formen mit Verdickung am freien Ende, während im Senium die mittelständig ausgebauchten Dornfortsätze überwiegen.

Randsklerosen kommen im Alter gehäuft vor; bei Frauen treten sie früher auf und werden am Hinterrand öfter gefunden als bei Männern.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. Fischer für seine jederzeit erwiesene Hilfsbereitschaft und freundliche Unterstützung bei der Bearbeitung des interessanten Themas herzlich danken.

VIII.

LITERATURVERZEICHNIS

BAASTRUP, Chr. I.: Proc. spin. vert. lumb. und einige zwischen diesen liegende Gelenkbildungen mit pathologischen Prozessen in dieser Region. Fortschr.Röntgenstr.48 (1933 b), 430 - 435

BAASTRUP, Chr. I.: The diagnosis and roentgen treatment of certain forms of lumbago. Acta radiol. 21 (1940), 151

FELLMANN, N.: Der Morbus Baastrup und seine Beziehung zur gewöhnlichen und hyperostotischen Spondylose. Ztschr.Rheumaforsch. 23 (1964), 361 - 364

FISCHER, E.: Größenänderungen von Skelettabschnitten der Wirbelsäule und der unteren Extremität im Erwachsenenalter bei Männern und Frauen. 2. Mitteilung Interpedunkularabstände und das Verhältnis des Interpedunkularabstandes zur Wirbelbreite an der Brust- und Lendenwirbelsäule Z. Orthop. 107 (1970), 624 - 626

FISCHER, E., VOLCK, H.: Größenänderungen von Skelettabschnitten der Wirbelsäule und der unteren Extremität im Erwachsenenalter bei Männern und Frauen. 3. Mitteilung Breite, Länge und Höhe der Wirbelkörper der unteren Hälfte der Brustwirbelsäule bei normalen Wirbelsäulen und bei M. Scheuermann von der Pubertät bis zum Senium Z. Orthop. 107 (1970), 627 - 637

JOSENHANS, G.: Kreuzschmerzen bei Dornfortsatzveränderungen. Ztschr.Rheumaforsch. 13 (1954), 361

KÖHLER, R.: Contrast examination of lumbar interspinous ligaments. Acta orthop.Scandinav.Suppl. 55 (1962)

MAYER, (Bonn, 1824): zit. bei BAASTRUP, Fortschr.Röntgenstr. 48(1933 b), 430 - 435

MEYER, R.: Zur Beziehung zwischen hyperostotischer Spondylose und hyperostotischen Reaktionen an den Dornfortsatzspitzen der Lendenwirbelsäule. Schweiz.med.Wschr. 101 (1971), 289 - 291

MOLL, J.M.H., WRIGHT, V.: Normal range of spinal mobility. Ann.rheum.Dis. 30 (1971), 381

REICHMANN, S., LEWIN, Th.: The development of the lumbar lordosis (A post mortem study). Arch. orth. Unfall 69 (1971), 275 - 285

REINHARDT, K.: Beitrag zur Baastrup'schen Krankheit. Dtsch.med.Wchschr. 76 a (1951), 363

RISSANNEN, P.M.: The surgical anatomy and pathology of the supraspinous and interspinous ligaments of the lumbar spine with special reference to ligament ruptures. Acta orthop.Scandinav.Suppl. 46 (1960)

SCHMORL, G., JUNGHANNS, H.: Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik. Thieme Stuttgart 1968

SCHUMANN, W., TRAUTMANN, J.: Über röntgenologisch faßbare Veränderungen an den Lendenwirbeldornfortsätzen und ihre Bedeutung für die Pathogenese des Kreuzschmerzes. Fortschr.Röntgenstr. 76 (1952), 579

STEHR, L.: Lendenlordose und Kreuzschmerzen. Arch.orth.Unfall 38 (1937),514

SUTTER, M.: Untersuchungen zur Frage der röntgenologischen Dornfortsatz- und Interspinalraumveränderungen der Lendenwirbelsäule. Ztschr.Rheumaforsch. 22 (1963), 349

LEBENSLAUF

Am 31. August 1947 wurde ich, Wolfgang Gaehr, als Sohn des Büroangestellten Otto Gaehr und seiner Ehefrau Johanna, geb. Heilmann, in Stuttgart geboren.

Von 1955 bis 1959 besuchte ich die Grundschule, bis 1963 absolvierte ich vier Klassen Realschule. Darauf folgten vier Klassen Progymnasium mit abschließender Zulassungsprüfung zur Unterprima. Nach dem Besuch der Unter- und Oberprima legte ich im Sommer 1968 die Reifeprüfung ab.

Seit dem Wintersemester 1968/69 studiere ich in Tübingen Medizin, legte dort im Oktober 1969 die naturwissenschaftliche und im April 1971 die ärztliche Vorprüfung ab. Am 2.8.1974 habe ich das Staatsexamen bestanden.

Druck: SPRINT-DRUCK GmbH
7 Stuttgart 30, Wiener Str. 117
Telefon 81 26 69

Druck: SPRINT-DRUCK GmbH
7 Stuttgart 30, Wiener Str. 117
Telefon 81 26 69